



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA

Diseño de un sistema fotovoltaico  
eficiente para la iluminación de la plaza principal del poblado de  
Ushnoval - Santiago de chuco la libertad 2015

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Carranza Leon, Armando Alejandro (ORCID: 0000-0002-4195-0817)

ASESOR:

Mg. Sanchez Huertas, Carlos Enrique (ORCID: 0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

**A mis padres Jahzeel y  
Rafael por el gran esfuerzo  
y dedicación que hacen  
por apoyarme siempre.**

**A mi familia y personas que  
siempre me han brindado  
su apoyo**

**A Jose por ser como un  
segundo padre y  
apoyarme siempre**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por haberme brindado a través de sus docentes los conocimientos necesarios para la elaboración de esta tesis, y por haberme aceptado y ser parte ella abriéndome las puertas para poder estudiar mi carrera.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Carlos Sánchez Huertas, por haberme brindado la asesoría correspondiente para la elaboración de esta tesis.

## ÍNDICE

I. Introducción	
1.1. Realidad problemática	01
1.2. Trabajos previos	02
1.3. Teorías relacionadas	03
1.3.1. Datos meteorológicos	04
1.3.2. Introducción de loa SFV	05
1.3.3. Tecnologías actuales	08
1.3.4. Normativas DGE	08
1.3.5. Dimensionamiento del SFV	14
1.4. Formulación del problema	15
1.5. Justificación del estudio	15
1.6. Hipótesis	15
1.7. Objetivos	16
II. Método	
2.1. Diseño de investigación	18
2.2. Variables, operacionalización	18
2.3. Población y muestra	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
2.5. Métodos de análisis de datos	19
III. Resultados	
3.1. Datos meteorológicos	21
3.2. Niveles de iluminación	23
3.3. Selección de lámpara	23
3.4. Esquema de poste solar	24
3.5. Cálculo de demanda máxima	25
3.6. Selección de panel fotovoltaico	25
3.7. Dimensionamiento del sub sistema de acumulación	26
3.8. Dimensionamiento de regulador de carga	26
3.9. Conexión a concesionario	26
3.10. Aspectos económicos	27
IV. Discusión	28
V. Conclusiones	29
VI. Recomendaciones	30
VII. Referencias	21
VIII. Anexos	32

## Resumen

La energía eléctrica es un factor determinante en el desarrollo de los pueblos, porque mejora los sistemas educativos, promueve el desarrollo de los sistemas productivos e impulsa el intercambio social entre los pobladores.

El presente estudio, es una investigación tecnológica, complementada con un trabajo económico, a fin de conocer los costos actuales del uso de componentes fotovoltaicos que en anteriores años parecía muy costosa.

El lugar de estudio se ubica en el departamento de la Libertad distrito de Sitabamba el cual no cuenta con una plaza de armas, se desea la construcción del mismo iluminándola con un sistema fotovoltaico.

Se tomaron los datos meteorológicos del lugar para asegurar la radiación mínima y aspectos meteorológicos que determina por norma La Dirección General de Electricidad; se tiene una radiación promedio anual de 5.19 kw-h/m<sup>2</sup> además de los datos meteorológicos óptimos para nuestra investigación.

Se dimensionó el sistema en base a un panel fotovoltaico de 60 Wp, posteriormente se seleccionaron las baterías, reguladores y lámparas.

La sostenibilidad del proyecto se apoya en el desarrollo tecnológico que ha alcanzado la electricidad solar en nuestro país, así como en la existencia de un mercado comercial donde se pueden adquirir componentes de calidad para los sistemas fotovoltaicos, el cual se ajusta a las normativas técnicas

**Palabras clave: fotovoltaico, sustentable, renovable.**

## **Abstract**

Electrical energy is a determining factor in the development of people factor, because it improves education systems, promotes the development of production systems and drives social interaction among residents.

The present study is a technological research, supplemented with economic work, in order to meet current costs of using photovoltaics that in previous years seemed very expensive.

The study site of the district department Sitabamba which does not have a main square is located, the construction of the illuminating it with a photovoltaic system is desired.

Place meteorological data were taken to ensure minimum radiation and meteorological aspects determined by standard Directorate General of Electricity; It has an average annual radiation of 5.19 kW-h / m<sup>2</sup> plus optimal meteorological data for our research.

The system is dimensioned on the basis of a photovoltaic panel 60 Wp subsequently batteries, regulators and lamps were selected.

Commercial integrated LED luminaire was selected,

The project's sustainability is based on the technological development achieved solar electricity in our country, as well as the existence of a commercial market where you can buy quality components for photovoltaic systems, which conforms to the technical standards

**Keywords: photovoltaics, sustainable, renewable.**

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

---

## **1. Introducción**

### **1.1. Realidad problemática**

Habiendo pasado por una crisis del petróleo a finales de los setenta, los países tomaron interés en buscar energías renovables. En el Perú se desarrollaron, en su mayoría, la energía solar y la energía eólica principalmente.

Estas tecnologías fueron desarrolladas, en su mayoría, en universidades en las cuales se brindaba capacitación y desarrollo tecnológico. Inicialmente se inició con sistemas de bombeo de agua a base de calentadores solares de agua y molinos de viento.

La electricidad generada en el Perú proviene de: 48% del agua, 51% de hidrocarburos; debido a esto es que, a mediados del año 2000, el gobierno decidió realizar inversiones para tener una producción de electricidad diversificada, en consecuencia, nuevas leyes y regulaciones fueron introducidas. Es necesario un incremento de la energía eléctrica en forma proporcional, debido al progresivo crecimiento de la economía y en consecuencia mejores condiciones de vida. Se estima un aumento anual de la energía eléctrica del 8% al 10% para cubrir el consumo requerido.

La empresa española T – Solar instaló en nuestro país la primera central fotovoltaica en Sudamérica, ubicado en la ciudad de Arequipa; la cual produce 22 megavatios y 40 megavatios en sus 2 fases. Gracias a este proyecto se beneficiarían una población de 8 mil personas en la región.

En el norte del país aún no se han implementado proyectos de esta magnitud, pero conocemos que es de gran necesidad debido al difícil acceso de estas zonas.

Actualmente, en la infraestructura de la plaza de armas en el centro poblado de Ushnoval -distrito de Sitabamba, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad - existe un terreno con grama que ha crecido como maleza, en la cual se reúnen para realizar actividades sociales, además se tienen actividades dominicales como son: izamiento de bandera, misa en la iglesia católica y plaza semanal (donde los pobladores del caserío acuden hacer sus compras semanales), por estar en malas condiciones hay ausentismo tanto de la población local como foránea, induciendo a la población la falta de identidad con su pueblo.

El terreno destinado a la construcción de la plaza principal, tiene la forma de un cuadrilátero que cuenta con área de 997.82 m<sup>2</sup>, se propondrá realizar la iluminación de esta planta mediante un sistema fotovoltaico.

## 1.2. Trabajos previos

**Tames (2009)**, para la obtención de su grado de maestría en auditorías y gestión ambiental, desarrollada en la UDEP, la cual se denomina: “Estudio de electrificación con energía solar pública.”, considero aspectos climáticos y tecnológicos tales como: la radiación y los fundamentos principales de la energía fotovoltaica. Se enfocó principalmente en el aspecto socioeconómico; el cual determinaría la evolución de la economía y el nivel de la calidad de vida de los habitantes de Llauta. Se recopilaron los datos más relevantes de la zona de estudio, a su vez considero aspectos científicos y tecnológicos como: clima, potencia solar, fundamentos de conversión de la energía fotovoltaica, entre otros. Diseño los planos de ubicación para la iluminación pública. Económicamente se concluye que el sistema a desarrollar en la plaza de Llauta, cada poste estará compuesto de un LPS, un panel fotovoltaico con una potencia de 100Wp, un regulador de carga de 8 amp, batería de 198Ah, además de otros componentes. La inversión total por poste es de US\$ 2235, aproximadamente S/. 6705.

Para la obtención de su grado de maestría en auditorías y gestión ambiental, desarrollada en la UDEP, la cual se denomina: “Estudio de electrificación con energía solar pública.

**Collado (2009)**, para la obtención de grado de doctor, desarrollo su tesis la cual desarrollada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a distancia, titulada: “Energía solar fotovoltaica, competitividad y evaluación económica de la energía solar fotovoltaica, competitividad y evaluación económica, comparativa y modelos”, evalúa la competitividad económica de los sistemas solares y fotovoltaicos en España, estudiando la evolución de esta energía y dando los lineamientos para que esta pueda ser competitiva con el resto de energías tradicionales.

Hizo una medición constante en el cambio de los precios de los componentes fotovoltaicos principales, ya que su competitividad depende de la capacidad para

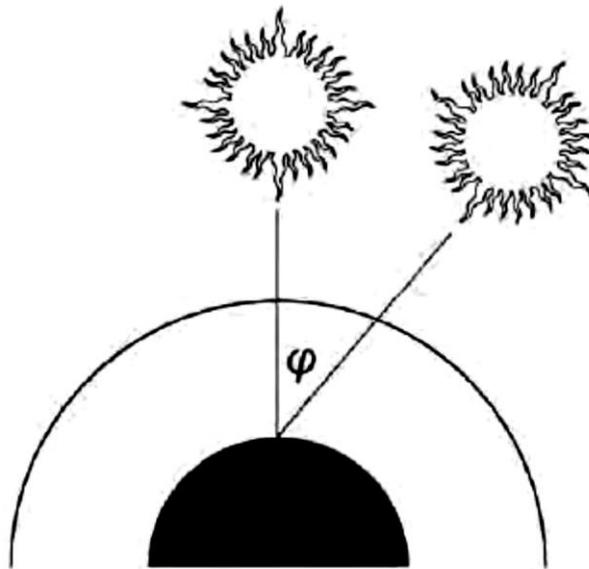
entrar a competir con otras industrias de generación eléctrica que se encuentran presente en el mercado.

Se concluye que la industria fotovoltaica, está previsto para tener un retorno de la inversión a corto plazo además de aportar con la disminución de la utilización de otras fuentes contaminantes de generación energética.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### La energía solar

La radiación solar es de naturaleza relativamente constante, por el tiempo en tocar la superficie terrestre, ya que existes factores como: absorción y dispersión en la atmosfera de la tierra. Según Green y et. All, (2007) cuando el cielo está despejado, la máxima radiación golpea la superficie de la tierra cuando el sol está directamente arriba formando un ángulo como se muestra en la siguiente figura:

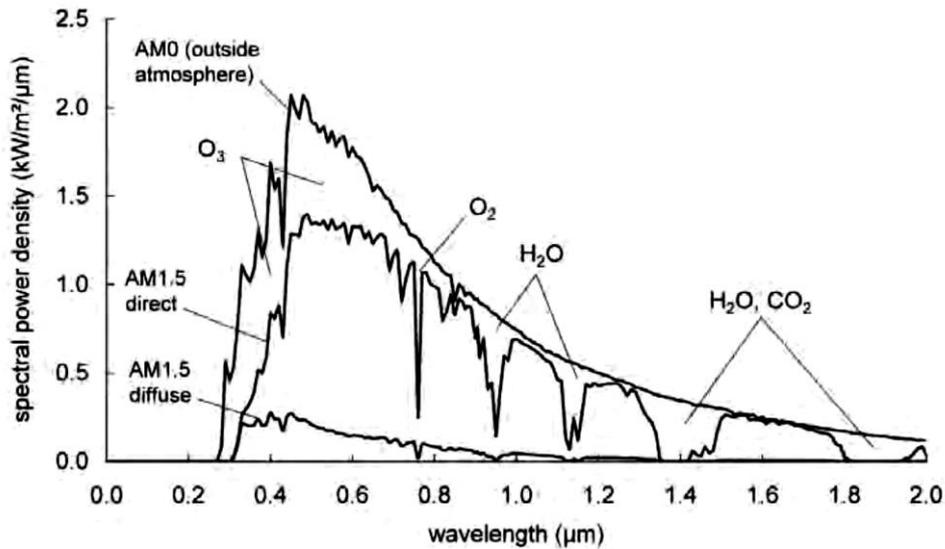


**Figura 1. Angulo de variación de acuerdo a la posición del sol**

Fuente: Green, M. (2007) Applied Photovoltaics (2° edition).UK:Earthscan

#### Distribución espectral

La distribución de luz espectro varia conforme se llega al planeta, por lo que la onda pierde su longitud de onda debido a las nubes, el CO<sub>2</sub>, diversos componentes del aire, como se muestra en la figura



**Figura 2. Longitud de onda en función a la distribución espectral.**

Fuente: Green, M. (2007) Applied Photovoltaics (2° edición).UK:Earthscan

### Tipos de radiación

- Radiación directa: es la que pasa directamente sin sufrir cambios en su trayectoria.
- Radiación difusa: es la radiación recibida ocasionada por la dispersión en la atmósfera, ocasionada por diversos factores.
- Radiación reflejada: es aquella radiación que rebota en alguna superficie y luego incide sobre el elemento colector.

### **1.3.1. Datos meteorológicos**

#### Normativa:

Para el dimensionamiento del SFV debemos cumplir con los requerimientos de la norma DGE: “Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural” dicha norma establece características: físicas, operación, de protección y generales; los cuales deben cumplir cualquier instalación fotovoltaica e instalaciones de electrificación rurales, a continuación, se especifica:

### Condiciones ambientales:

Humedad relativa	50 - 95%
Temperatura ambiente	- 15 °C - 40 °C
Precipitación pluvial	Moderada a intensa
Velocidad del viento	Menor o igual a 120 km/h
Irradiancia solar máxima	1 200 W/m <sup>2</sup>
Altura sobre el nivel del mar	Menor o igual a 5 000 m

### Características climáticas y geográficas extremas:

Humedad relativa	90 %
Velocidad máxima del viento	120 km/h
Altura sobre nivel del mar	5 000
Irradiancia solar instantánea máxima anual	1 200 W/m <sup>2</sup>
Irradiancia solar mínima mensual anual	3,5 kWh/m <sup>2</sup> -día
Rango de temperaturas ambiente	-10 °C a 45 °C

### **1.3.2. Introducción a los sistemas fotovoltaicos**

Un SFV está compuesto principalmente por artefactos y dispositivos que aprovechan la energía emitida desde el sol a la tierra y la transforman en energía eléctrica. El principio de funcionamiento se basa en la cantidad de energía solar que pueden transformar las celdas fotovoltaicas en energía eléctrica, ya sea en un sistema aislado o conectado a la red.

Este sistema depende de las horas que el sol emita radiación sobre el panel solar, calidad, orientación y la potencia nominal del panel

Las celdas solares son aquellos dispositivos encargados de absorber la energía solar. Estos componentes pertenecen a los sistemas fotovoltaicos que producen energía eléctrica cuando la luz incide en los mismos.

El silicio es el principal material para la fabricación de materiales semiconductores, dicho material tiene como función de captar fotones que fluyen a través de los rayos emitidos por el sol.

Los fotones, cuando emiten radiación solar y al entrar en contacto con los átomos de las celdas, son liberados electrones produciendo energía eléctrica al circular por el material semiconductor.

## **Tipos de conexiones fotovoltaicas**

Existen variedades de sistemas fotovoltaicos de acuerdo a la necesidad, pero existen 2 sistemas bien diferenciados cuales son:

- Sistemas autónomos
- Sistemas conectados a la red

### Sistema autónomo

Los paneles solares no tienen la capacidad de almacenar energía ya que se pueden comparar a los generadores de energía eléctrica, entonces para poder almacenar energía se instalan un banco de baterías para almacenar dicha energía y se pueda utilizar durante la noche o días nublados.

La instalación solar que funciona únicamente con baterías, son llamadas autónomas y pueden ser autosuficientes si se están bien diseñados y dimensionados.

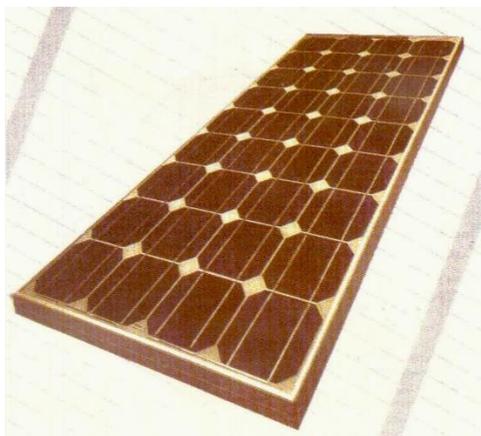
### Sistema conectado a la red

El sistema conectado a la red está formado por un generador fotovoltaico que, trabaja conjuntamente con un inversor conectado en paralelo al sistema eléctrico convencional. Trabajan en distintas potencias, como centrales de varios megavatios hasta pequeños sistemas de algunos kilovatios.

## **Componentes principales de un SFV**

### El módulo fotovoltaico

Este componente presenta células asociadas eléctricamente unas con otras y las cuales se encuentran encapsuladas en un bloque denominado panel o módulo fotovoltaico, siendo el componente esencial para la construcción de un generador fotovoltaico.



**Figura 3. Panel Fotovoltaico**

Fuente: <http://www.ujaen.es/>

Los parámetros eléctricos de un panel fotovoltaico (V-I), el cual es fundamental para el diseño de un sistema fotovoltaico, es determinado por el fabricante que realiza diversas pruebas bajo condiciones estándares y los cuales se definen en la siguiente tabla:

Tabla 1:

**Características técnicas de un módulo fotovoltaico**

Condiciones estándares de medida en los módulos fotovoltaicos	
Irradiancia	1000 W / m <sup>2</sup>
Distribución espectral	AM 1,5
Incidencia	Normal
Temperatura de la célula	25°C

Nota. Fuente: <http://www.ujaen.es/>

Reguladores de carga

Estos componentes permiten alargar la vida útil de las baterías, evitando sobrecargas. Protegen al sistema de cortocircuitos y cargas conectadas a esta. Se encuentran en diversas potencias y son clasificados por la corriente que soportan (8, 10, 20, 30 A)



**Figura 4. Regulador de carga Steca**

Fuente: [www.monosolar.com](http://www.monosolar.com)

Cargas

Son todos los componentes conectados al sistema fotovoltaico (electrodomésticos en general) que consuman energía eléctrica en AC o DC. Se recomienda que dichos componentes sean eficientes y de bajo consumo energético.

### **1.3.3. Tecnologías actuales y aplicaciones**

#### Iluminación pública

La tecnología fotovoltaica, se puede utilizar para la iluminación de plazas y calles públicas de alguna localidad o asentamiento humano.

El sistema para iluminación consta de: paneles fotovoltaicos, reguladores de carga y baterías. El poste comúnmente lleva el soporte para el panel FV y una luminaria con lámpara de alta eficiencia. Es importante considerar las características de las lámparas para el correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

#### Tecnología LED

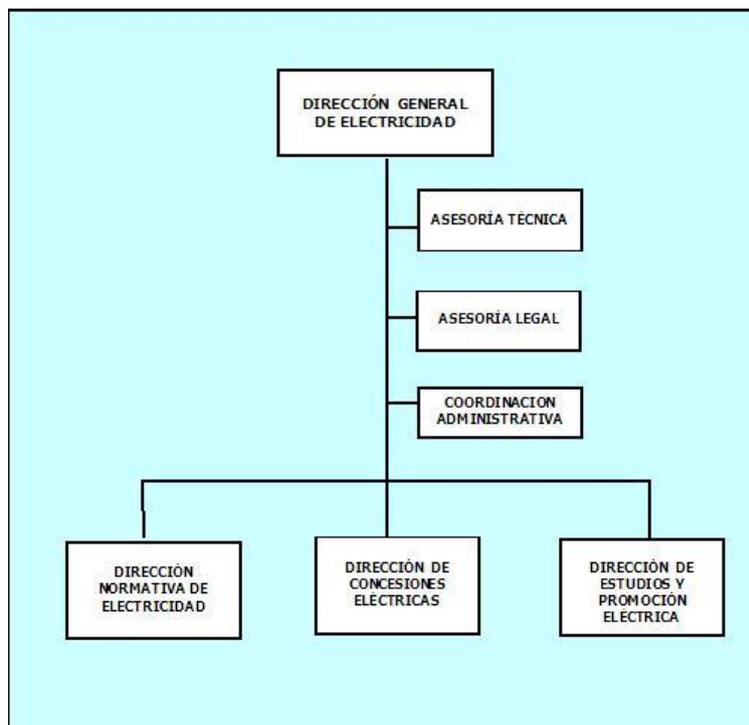
Actualmente la tecnología LED está dejando obsoleta a las lámparas tradicionales (incandescentes o fluorescentes) y esto es por el bajo consumo de las lámparas LED ya que estas representan un 40% menos consumo energético. Actualmente esta tecnología está en auge, debido al bajo coste y alto rendimiento.

#### Ventajas de lámparas LED's

- Vida útil de más de 12 años.
- Doble eficiencia en comparación a las luminarias tradicionales.
- Ahorro hasta de un 80% en gastos de consumo eléctrico.
- No necesita mantenimiento.
- Presentan una calidad de luz superior a las luminarias tradicionales
- Encendido instantáneo y disipa menos calor

### **1.3.4. Normativas DGE**

Normas destinadas para promover las actividades de transmisión, distribución y generación de energía eléctrica, los cuales ayudan al desarrollo sostenible de las instalaciones eléctricas.

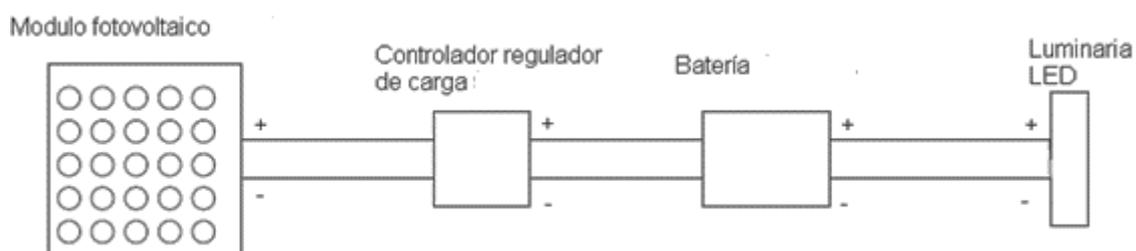


**Figura 5. Esquema distribución dirección general de electricidad**

Fuente: [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)

### 1.3.5. Dimensionamiento SFV:

Se dimensionará un poste solar, el cual consistirá como elementos principales los que se muestran a continuación:



**Figura 6. Esquema de componentes fotovoltaicos**

#### Subsistemas fotovoltaicos

Para dimensionar los subsistemas del SFV, primero se debe tener calcular la demanda máxima y la demanda máxima proyectada.

### Niveles de iluminancia:

Para determinar la demanda máxima se debe partir con el nivel de iluminancia requerida por la norma DGE.

La identificación del tipo de calzada se realizará de acuerdo a la siguiente tabla:

Clase de superficie	Tipo de calzada
Revestimiento de concreto	Clara
Revestimiento de asfalto	Oscura
Superficie de tierra	Claros

Tabla 2:

### Niveles de iluminancia, luminancia e índice de control de deslumbramiento.

Tipo de alumbrado	Luminancia media revestimiento seco (cd/m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (Lux)		Índice de control de deslumbramiento
		Calzada clara	Calzada oscura	
I	1.5 – 2.0	15 – 20	30 - 40	>6
II	1.0 – 2.0	10 – 20	20 – 40	5 – 6
III	0.5 – 1.0	5 – 10	10 – 20	5 – 6
IV	-	2 – 5	5 – 10	4 – 5
V	-	1 - 3	2 – 6	4 – 5

**Nota.** Fuente: Norma técnica. Dirección general de electricidad – 2002. DGE. “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”, Ministerio de Energía y Minas.

### Alumbrado en zonas urbano-rurales y rurales

Según la norma DGE:” Alumbrado de vías públicas en áreas rurales 2011”, la distribución de las zonas de iluminación se realizará de acuerdo a las características de las zonas a iluminar según el siguiente orden de prioridad:

1. Plazas principales o centros comunales
2. Vías públicas anexos al perímetro de las plazas principales
3. Las vías públicas más importantes.
4. Áreas restantes.

Se debe tener en consideración un flujo luminoso de 3400 lúmenes como mínimo en las lámparas a utilizar.

### Selección de lámpara:

Para sistemas fotovoltaicos se pueden usar Lámparas LED o Fluorescentes, a continuación, se muestra las diferencias entre las 2 lámparas:

Tabla 3.

#### Comparación entre una luminaria LED y CFL

CARACTERÍSTICAS	LEDs	CFLs
Ciclos continuos encendido/apagado	Indefinido	Acorta su vida útil
Disipación de calor	Muy baja	Baja
Consumo eléctrico	Bajo	Bajo
Eficiencia	Alta	Alta
Sensibilidad a bajas temperaturas	Ninguna	Alta
Tiempo para encender	Instantáneo	Algún retardo
Vida útil aproximada en horas de	40 000	10 000
Contenido de materiales tóxicos	Ninguno	Mercurio (Hg)
Sensibilidad a la humedad	Ninguna	Alguna

Según norma DGE: “Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural” se toman las siguientes consideraciones técnicas para la selección de las lámparas:

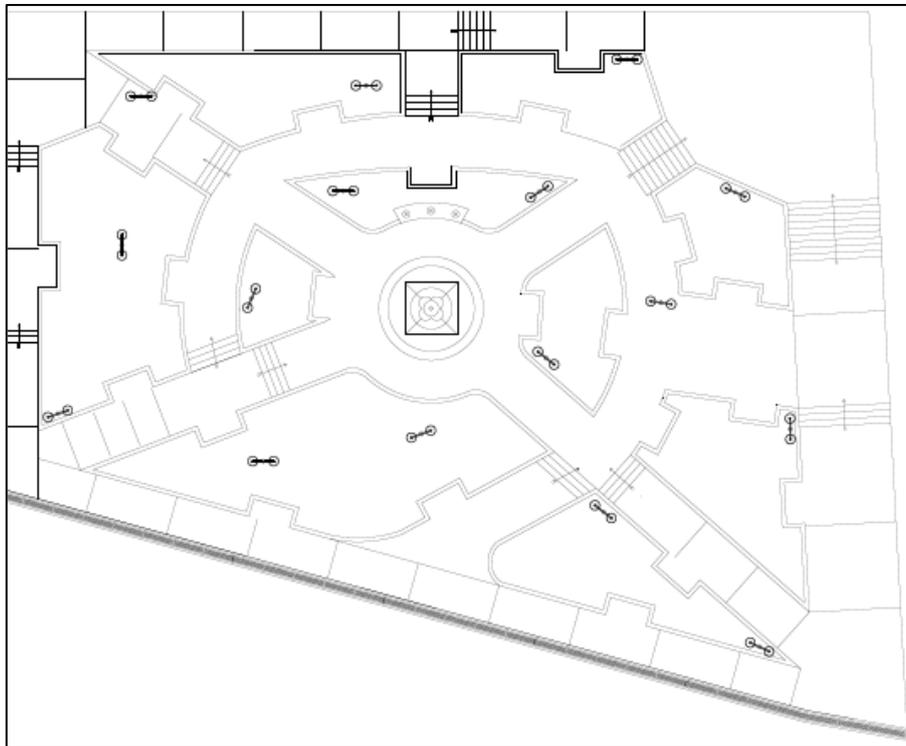
Tabla 4:  
**Características técnicas lámparas**

Tipo	Fluorescente o LED
Rango de funcionamiento	11 V a 15 V
Tiempo de vida mínima fluorescente	8000 horas
Tiempo de vida mínima LED	30000 horas
Angulo de apertura	120 °

**Nota.** Fuente: Norma técnica. Dirección general de electricidad – 2015. DGE. “Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural”, Ministerio de Energía y Minas.

### Distribución puntos de luz

Una vez elegido la lámpara de acuerdo a los niveles de iluminación, se procede a evaluar mediante el software DIALux los niveles de iluminancia para nuestro caso, el terreno a iluminar se muestra a continuación:



**Figura 7. Plano plaza Ushnoval**

### Cálculo de la demanda máxima:

Una vez confirmando los niveles de iluminación para nuestra lámpara, calculados la potencia de cada punto de luz, el cual consiste en la potencia de la lámpara adicionando las pérdidas:

$$DM = PU + PP \quad (1)$$

Donde:

$DM$  : Demanda Máxima por punto de luz (W)

$PP$  : Potencia de pérdidas (W)

$PU$  : Potencia útil (W)

#### Calculo suministro eléctrico proyectado a los 25 años:

Se debe calcular los componentes fotovoltaicos en base a una proyección de 25 años, el cual es el tiempo de vida útil del sistema. Se usará la siguiente formula:

$$EE_{25} = \frac{DM * h * D}{1000} \quad (2)$$

Donde:

$EE_{25}$  : Energía eléctrica proyectada en 25 años (KW-h)

$DM$  : Demanda máxima por punto de luz (W)

$h$  : Cantidad de horas de iluminación

$D$ : Días proyectados a 25 años

#### Selección de la potencia del panel fotovoltaico

Se tomará un panel con una determinada potencia y se proyectará la potencia a 25 años tomando en cuenta las perdidas por años para asegurar el suministro eléctrico proyectado, de esta manera aseguramos que el SFV funcionará sin ningún problema con la potencia instalada, con la siguiente formula:

$$VNE = -EE_{25} + \sum F_E * (1 - n) \quad (3)$$

Donde:

$VNE$  : Valor eléctrico neto (KW-h)

$-EE_{25}$  : Energía eléctrica proyectada en 25 años (KW-h)

$F_E$  : Flujo de energía eléctrica anual suministrada por los paneles (KW-h)

$p$  : Porcentaje de pérdidas por año

El valor eléctrico neto deber dar un número positivo para asegurar el suministro eléctrico proyectado, en caso sea positivo usaremos el panel seleccionado, caso contrario debemos elegir un panel de mayor potencia.

Dimensionamiento del sub sistema de acumulación:

Se dimensionará la capacidad de la batería, el cual debe proporcionar una autonomía de 3 días como mínimo, según norma DGE: “Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural”, con la siguiente formula:

$$C_n(\text{Ah}) = \frac{\Delta E}{V_{\text{bat}} * P_d} \quad (4)$$

Donde:

$C_n$  : Capacidad nominal (A-h)

$\Delta E$  : Mínima energía que deben proporcionar la batería a las cargas en Wh

$V_{\text{bat}}$  : Voltaje de suministro de la batería en V

$P_d$  : Máxima profundidad de descarga

Además:

$$\Delta E = D * DM * h_i \quad (5)$$

$D$  : Días de autonomía

$DM$  : Demanda máxima (W)

$h_i$  : Horas de iluminación

Dimensionamiento del regulador de carga:

El regulador debe trabajar con la corriente máxima  $I_R$ , el cual debe ser la mayor entre  $I_G$ , corriente generada por los paneles, e  $I_c$ , corriente consumida por las cargas:

El valor de  $I_G$  será:

$$I_R = \text{Max}(I_G, I_C) \quad (6)$$

$$I_g = I_{pmpP} * N_p \quad (7)$$

$$I_{pmpP} = P_p / V_{pmpP} \quad (8)$$

Donde:

$I_{pmpP}$  : Corriente producida por cada malla.

$N_p$  : Numero de mallas.

$P_p$  : Potencia pico.

$V_{pmpP}$  : Tensión nominal del panel.

El valor de  $I_C$  será:

$$I_C = P_{DC} / V_{bat} \quad (9)$$

Donde:

$P_{DC}$  : Potencia en corriente directa

$V_{bat}$  : Voltaje de batería

#### 1.4. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un sistema fotovoltaico eficiente beneficiaría en la iluminación de la plaza principal del poblado de Ushnoval?

#### 1.5. Justificación del estudio

La presente investigación se eligió el tema por ser un aporte al avance en el desarrollo de las energías renovables como una alternativa al cambio climático que se vive actualmente, la demanda de electrificación de zonas rurales en el Perú y al desarrollo eficiente de generación eléctrica, además de la determinación de la factibilidad de este sistema en comparación al sistema convencional al mismo tiempo incentivar a los estudiantes la investigación y aplicación de las energías renovables en el Perú.

#### 1.6. Hipótesis

El diseño de un sistema fotovoltaico eficiente beneficiará en la iluminación de la plaza principal del poblado de Ushnoval.

## 1.7. Objetivos

### Objetivo general:

Proponer un diseño de un sistema fotovoltaico eficiente para la iluminación de la plaza principal del poblado de Ushnoval- Santiago de Chuco - La Libertad – 2015

### Objetivos específicos:

Determinar el consumo de energía eléctrica mensual para iluminación

Determinar datos meteorológicos

Determinar la cantidad de paneles fotovoltaicos a usar

Seleccionar los componentes de los subsistemas del SFV

Determinar costo del SFV

Determinar si existe retorno de la inversión

# CAPÍTULO II

## MÉTODO

---

## 2. Método

### 2.1. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es NO EXPERIMENTAL.

### 2.2. Variables

**Variable independiente:** Sistema fotovoltaico eficiente

**Variable dependiente:** Iluminación pública eficiente

#### 2.2.1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala
Sistema fotovoltaico eficiente	Es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica.	Sistema captación solar Subsistema de acumulación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencia suministrada</li><li>• Tiempo de vida útil</li><li>• Retorno de la inversión</li></ul>	Ordinal
Iluminación eficiente	La iluminación es la acción o efecto de iluminar. Se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos.	Cantidad de lúmenes normados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel de Iluminancia</li><li>• Potencia de salida</li><li>• Mejora calidad de vida</li></ul>	Ordinal

### 2.3. Población y muestra

**Población:** Sistemas de iluminación fotovoltaicas del Perú.

**Muestra:** Sistema de iluminación fotovoltaica Ushnoval Santiago de Chuco

**Unidad de análisis:** Sistema Fotovoltaico Sostenible

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

PARAMETRO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Recolección de datos para irradiación solar:	Análisis de documentos	The Release 6.0 Surface meteorology and Solar Energy (SSE) data
Dimensionamiento de componentes fotovoltaicos:	Métodos analíticos	Fórmulas matemáticas
Selección de componentes fotovoltaicos	Análisis de documentos	Fichas técnicas y normativas
Determinación de cantidad de niveles de iluminancias adecuadas	Análisis en software	DIALux

### 2.5. Método de análisis de datos

Parámetro	Método de análisis
Irradiancia	Método del peor mes Método radiación promedio anual
Dimensionamiento de componentes fotovoltaicos	Aplicando factor de seguridad
Selección de componentes fotovoltaicos	Ajuste a las normas DGE
Niveles de iluminancia	Análisis en software DIALux

# CAPÍTULO III

# RESULTADOS

---

---

### 3. Resultados

#### 3.1. Datos meteorológicos

Se determina los siguientes datos meteorológicos del lugar el cual cuenta las coordenadas -7.997; -77.707 (tabla 5.) latitud y altitud respectivamente, para estas coordenadas se determina la radiación diaria horizontal (tabla 6.) y se asegura las condiciones mínimas de trabajo dadas por norma de la dirección general de electricidad; además e determina el equivalente de días sin sol o también llamado “días negros” en periodos de 3, 7, 14, y 30 días (tabla 8) las cuales se muestran a continuación:

Tabla 5:  
**Datos meteorológicos de Ushnoval**

<b>Unidad</b>	<b>Ubicación de los datos climáticos</b>	
Latitud	°N	-7.997
Longitud	°E	-77.707
Elevación	m.s.n.m	2019
Temperatura del suelo	°C	12.28
Días de heladas	Días	0

Nota. Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/>

Los datos de radiación solar diaria son calculados en base del banco de datos de la NASA, el cual se realizaron en un periodo de 20 años (1985 – 2005), la radiación es medida horizontalmente, se muestran en la tabla 6.

Tabla 6.  
Radiación solar diaria

Mes	Temp. del aire	Humedad relativa	Radiacion solar diaria - horizontal	Presion de la atmosfera	Temperatura de la tierra
	°C	%	kWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	°C
Enero	16	77.70%	5.03	80.1	18
Febrero	15.6	82.30%	4.83	80.1	17.3
Marzo	15.8	81.70%	4.84	80.1	17.6
Abril	15.2	81.10%	4.81	80.2	17
Mayo	14.3	75.30%	4.99	80.2	16.1
Junio	13.6	67.00%	5.14	80.3	15.3
Julio	13.4	56.90%	5.25	80.3	15.5
Agosto	14.7	51.40%	5.46	80.3	17.5
Septiembre	16.1	52.90%	5.48	80.2	19.5
Octubre	17	56.50%	5.44	80.2	20.5
Noviembre	17	62.20%	5.6	80.1	20.3
Diciembre	16.5	72.10%	5.38	80.1	19.1
<b>Anual</b>	15.4	68.10%	5.19	80.2	17.8

Nota. Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/>

Tabla 7.  
Porcentaje de radiación mínima

Minimum Available Insolation Over A Consecutive-day Period (%)												
Lat -7.99 Lon -77.7	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Min/3 day	34.7	60.6	58.1	57.3	63.6	65.0	54.8	52.9	53.5	66.1	62.1	59.2
Min/7 day	63.1	69.5	75.5	67.2	74.4	75.4	65.1	65.0	74.8	73.8	67.3	67.8
Min/14 day	74.1	78.9	81.6	81.3	82.2	82.0	74.0	77.6	81.4	80.4	72.5	77.3
Min/Month	85.6	87.1	92.3	89.3	87.3	86.5	79.4	86.6	87.4	87.1	84.4	88.1

Nota. Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/>

### 3.2. Niveles de iluminación

De la tabla 2., se determinan los niveles de iluminación:

Tipo de alumbrado	Iluminancia media revestido en seco (cd/m <sup>2</sup> )	Iluminancia intermedia (calzada clara)
I	1.2 – 2.0	15 - 20

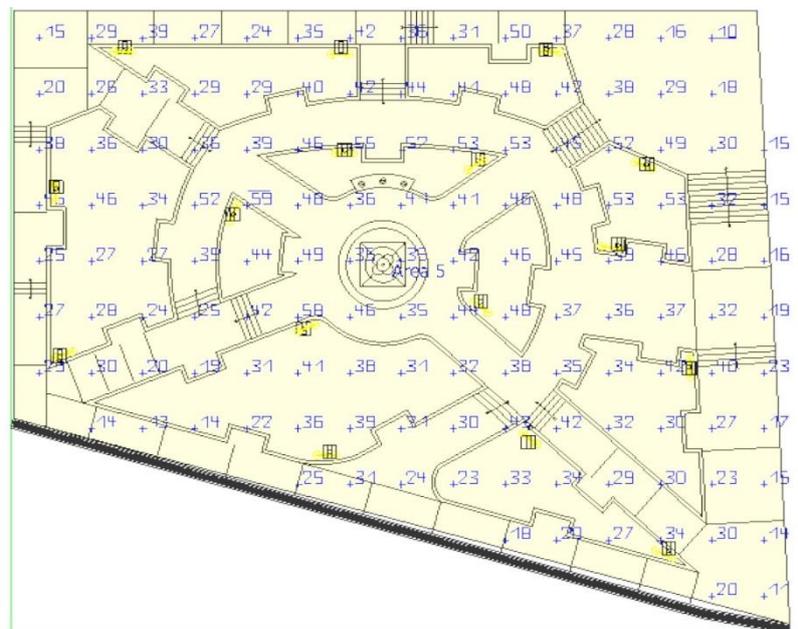
### 3.3. Selección de lámpara:

Se seleccionará una lámpara led con las siguientes características:

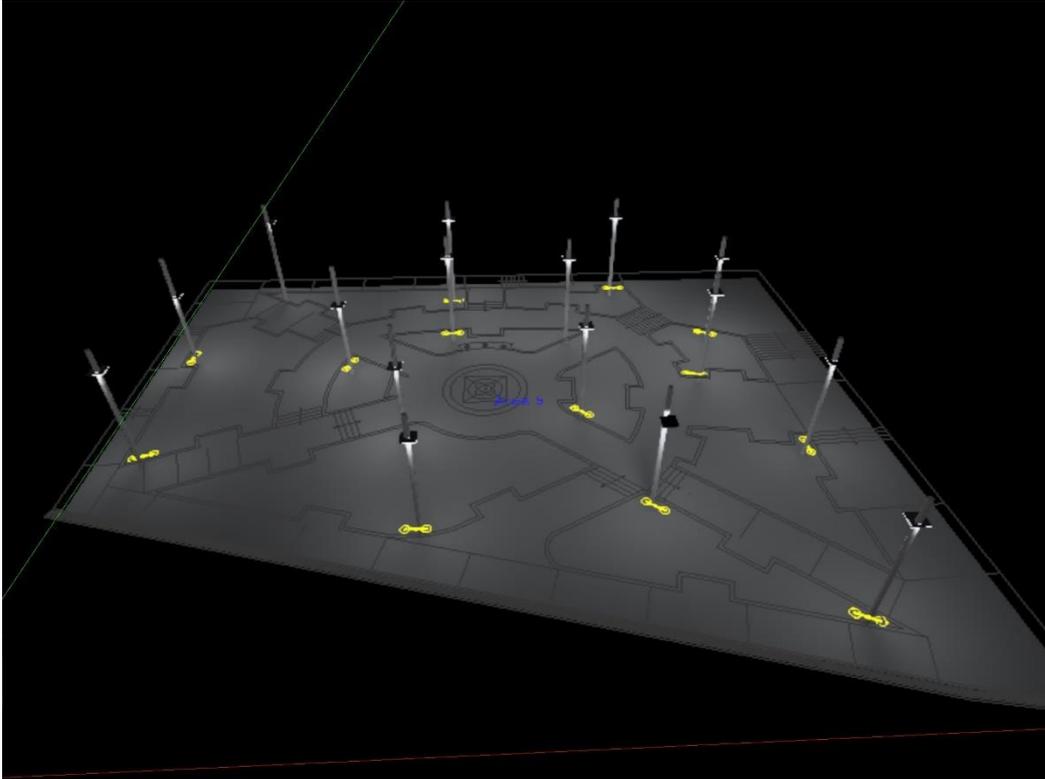
Tipo	Potencia	Voltaje	General Luminoso	Horas de vida
LED integrado	30 W	DC 12/24	3000 lm	50000

#### Simulación DIALux

Una vez seleccionada se procedió a simular en el software para verificar los niveles de iluminación en la plaza, como se muestra en la figura 8 y 9:



**Figura 8. Distribución de iluminancia en el terrero de la plaza**

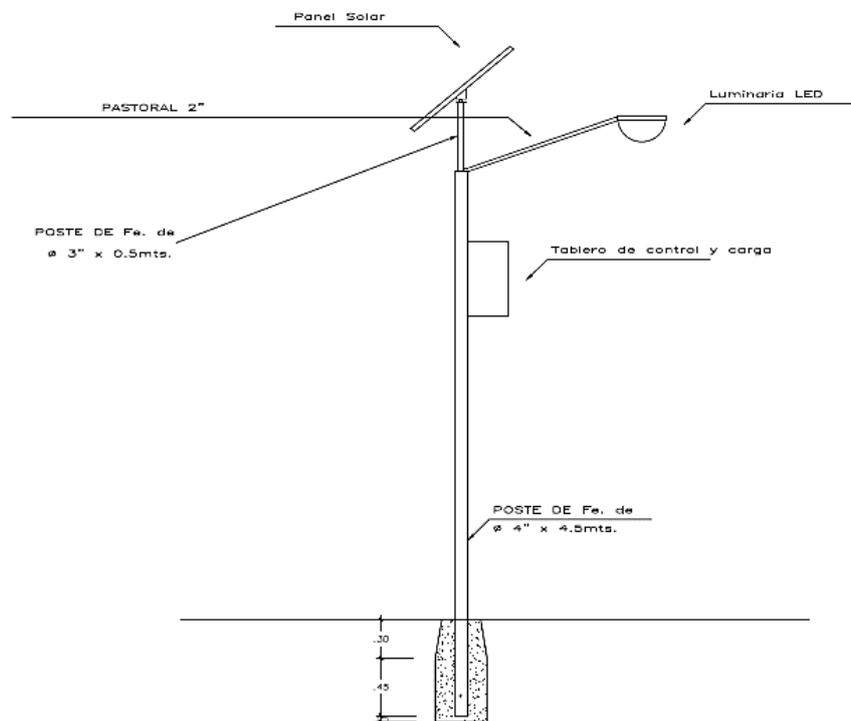


**Figura 9. Distribución de iluminancia sin luz diurna.**

Se tiene una iluminancia de 33.3 lux promedio y 2 cd/m<sup>2</sup> de luminancia medio revestimiento en seco, cumple con la norma.

### 3.4. Esquema del poste solar

El poste solar quedara como se muestra a continuacion:



### 3.5. Calculo de la demanda máxima

Una vez determinada los niveles de iluminancia se calculó la demanda máxima (Ec 1) como se muestra a continuación:

Potencia útil (W)	30
Potencia de pérdidas (W)	11
Demanda máxima (W)	41

#### Proyección del suministro de energía eléctrica

Para dimensionar correctamente nuestro panel fotovoltaico se realizó una proyección de 25 años (Ec. 2), el cual se muestra a continuación:

h (cantidad de horas)	11
DM (demanda máxima por poste en W)	41
D (número de días en 25 años)	9125
EE <sub>25</sub> (KW-h)	4115.375

### 3.6. Selección de panel fotovoltaico

Se tomó el siguiente panel para la proyección:

Potencia pico (W)	145
Voltaje en operación (V)	12
Voltaje máximo (V)	17.5
Corriente máxima (A)	8
Corriente de cortocircuito (A)	8.43
Caída de potencia por año (%)	1

Se proyectó la potencia instalada a 25 años, el desarrollo de muestra en el anexo 4, de la ecuación 3, tenemos los siguientes resultados:

EE <sub>25</sub> (KW-h)	4115.37
F <sub>E</sub> (KW-h)	238.16
P (%)	1
VNE (KW-h)	1066.99

Observamos que nuestro panel puede abastecer al sistema durante 25 años con un factor de seguridad de 1.2.

#### **Dimensionamiento del sub sistema de acumulación:**

De la ecuación 5 y 4 respectivamente, tenemos los siguientes resultados:

D (días autonomía)	1.5
DM (W)	41
h (hora de iluminación)	11
$\Delta E$ (W-h)	676.5

$V_{bat}$ (V)	12
$\Delta E$ (W-h)	676.5
$P_d$ (%)	70%
$C_n$ (Ah)	79.40

Se usará una batería comercial con las siguientes características:

Voltaje (V)	12
Capacidad (A-h)	100
Tiempo de vida (años)	10 a más
Capacidad de descarga (%)	70

### Dimensionamiento del regulador de carga:

De las fórmulas 9, 8,7 y 6 respectivamente, se tienen los siguientes resultados:

$P_{DC}$ (W)	41
$V_{bat}$ (V)	12
$I_c$ (A)	3.41

$P_p$ (W)	145
$V_{pmpP}$ (V)	17.5
$I_{pmpP}$ (A)	8.28

$I_{pmpP}$ (A)	8.28
$N_p$ (número de ramas)	1
$I_g$ (A)	8.28

Se seleccionó el regulador de carga de acuerdo a la corriente del generador, ya que es el mayor en comparación al de cargas. Se seleccionó el siguiente regulador comercial:

Corriente nominal (A)	10
Identificación automática(V1/V2)	12/24
Grado de protección	IP68

### 3.7. Conexión a concesionario eléctrico:

Se diseñará un sistema de interconexión a una concesionaria en caso de fallo del SFV. Se muestra el anexo 5 y 6.

### 3.8. Aspectos económicos

El resumen del gasto se muestra en relación al presupuesto (Anexo 7.7) y se comparan los gastos fijos y gastos variables en el siguiente cuadro:

Sistema fotovoltaico:

Costos fijos	Costos variables (generación)	Total
S/. 35,216.00	S/. 0	S/. 35,216.00

Se compara con un sistema convencional el cual usa en cada punto de luz una lámpara de vapor de sodio de 140 watts con un total de 162 watts considerando pérdidas y con un valor de 0.65 NS/KW-h

Se tiene un ahorro anual de 6764.44 NS en gastos de generación, con este monto se calculó el VAN, TIR y ROI.

#### Calculo del VAN:

Se tiene un VAN de 30988 NS y un TIR del 15.6% considerando costos de imprevistos (Anexo 7.8)

#### Retorno de la inversión:

El retorno de la inversión se da en 5.2 años, además de tener una garantía de 5 años en los componentes fotovoltaicos y 25 años en los paneles solares (Anexo 7.8).

#### **4. Discusión**

A comparación de Tames (2009) se realizó una simulación en el software DIALux para determinar los niveles de iluminancia.

Se tiene que determinar la radiación solar del lugar, para esto usamos el programa satelital brindado por la nasa el cual tiene datos registrados de 20 años (1985 – 2005) en todo caso usamos el Atlas Solar peruano es cual es sugerido por el SENAMI para proyectos fotovoltaicos y solares

Se realizó una demanda proyectada en 25 años para asegurar el suministro eléctrico.

Se debe tener en cuenta la normativa propuesta por la dirección general de electricidad el cual nos brinda normas para las áreas rurales y además de normas que regulan los sistemas fotovoltaicos

Se prefiere utilizar lámparas LED, los cuales presentan mayor rendimiento en comparación a los fluorescentes que también se pueden utilizar en estos sistemas.

Se obtuvo un precio coste menor en comparación al poste solar diseñado Tames (2009) esto indica una reducción de precios de componentes fotovoltaicos hasta la fecha, eso confirma lo que se sustenta en la tesis doctoral de Collado (2009)

## 5. Conclusiones

- La iluminación con energía solar del poblado de Ushnoval, distrito de Sitabamba, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de La Libertad, Perú, es una propuesta viable social, económica y tecnológica si es que tenemos en cuenta el desarrollo de proyectos de electrificación rural a partir de energía del sol, para que pueblos aislados y pobres puedan contar con este servicio que impulse el desarrollo de las mismas.
- Los postes fotovoltaicos para el alumbrado público se sustentan técnicamente con la información elaborada por los fabricantes ya que por medio de diversas pruebas sustentan la calidad de los productos. (batería, regulador, panel FV, lámparas), teniendo en cuenta los niveles de irradiancia e irradiación.
- La lámpara LED es la más eficiente en comparación a otras lámparas para la iluminación de la plaza, ya que cumple con las normas especificadas en el reglamento y además por ser la forma de iluminación tecnológica más avanzada actualmente
- Se tendrá un costo total de 35216.0 nuevos soles monto que retorna en un total de 66 meses, además de generar una ganancia de 30998 NS en comparación al sistema convencional, ya que se ahorra en costos de generación
- A través de este estudio se creará un puente técnico el cual permitirá un avance económico de los habitantes, asimismo mejorar su calidad de vida, contando con tecnología actual.
- Actualmente se puede competir contra las energías convencionales, esto se sustenta con el presente trabajo

## 6. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una proyección a la vida útil del sistema para asegurar la fiabilidad de la potencia instalada en los paneles fotovoltaicos
- Es preciso tener una seguridad en los niveles de iluminancia e iluminación, para lo cual se recomienda usar un software de simulación para comprobar esto, ya que en la actualidad en algunos casos se basan en sistemas empíricos poco eficientes
- Es posible instalar un sensor de movimiento, con lo cual se ahorraría energía y se alargaría la vida útil de las lámparas y equipos en general
- Se recomienda tener una instalación de emergencia para poder conectarse a la red en caso de fallo del sistema
- Es necesario informar a los pobladores de Ushnoval acerca de la nueva tecnología a implementar a su plaza de armas, con el objetivo de preservar los equipos de manera adecuada y que concluyan su vida útil de manera eficiente.
- El sistema puede implementarse en otros poblados que cuenten con las mismas condiciones meteorológicas y climatológicas para garantizar el uso de energías renovables.
- Se debe buscar una cotización óptima dentro de la gran oferta que existe en el mercado para que el sistema sea rentable.
- Estos sistemas, siendo costosos contribuyen a la reducción de gases contaminantes, además de poder electrificar zonas aisladas.

## **7. Referencias**

- Alcor, E (1995). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Madrid: Progensa
- Colmenar, A., y Castro, M. (1998). Biblioteca Multimedia de Energías Renovables. Madrid: Progensa
- Ibanes, M. (2005). Tecnología Solar. Madrid: Mundi Prensa
- Green, M. (2007) Applied Photovoltaics (2° edición).UK:Earthscan
- Neville, R. (1995). Solar Energy Conversion: The solar Cell. (2° edición). Paisés bajos: Elserrvier Science.
- NORMA TÉCNICA DGE. (2002)- “Alumbrado de vías públicas”. Ministerio de Energía y Minas. Lima- Perú.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2005). “Plan Nacional de Electrificación Rural 2006 – 2015”. Lima Perú.
- NORMA TÉCNICA. DGE (2015). “Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural”,

## 8. Anexos

### 8.1. Anexo 01:

#### **NORMA DGE: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y SUS COMPONENTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL (Setiembre, 2015)**

##### **A. MÓDULO FOTOVOLTAICO**

###### **1. Características generales**

MFV-CG-1: Debe estar certificado de acuerdo a la norma internacional: IEC-61215 “Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre, calificación del diseño y aprobación de tipo”.

MFV-CG-2: Debe estar certificado de acuerdo a la norma internacional: IEC 61730 “Requisitos de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV)”. Parte 1: Requisitos de construcción y Parte 2: Requisitos para Ensayos.

MFV-CG-3: Debe ser suministrado con los certificados de cumplimiento de las normas internacionales IEC-61215 e IEC-61730. Los certificados deberán:

- Consignar el nombre y otros datos de la institución que emite los certificados.
- Ser emitidos por una institución diferente del fabricante, que cuente con certificado vigente ISO 17025 el cual debe adjuntarse.
- Consignar la marca y modelo del módulo fotovoltaico que se certifica.
  - Estar vigentes a la fecha de su presentación.
  - Ser entregados completos y estar legibles.

MFV-CG-4: Debe ser suministrado con la documentación del fabricante, que indique el cumplimiento que luego 25 años de operación, su potencia máxima real no ha disminuido por debajo del 80 % de la potencia máxima nominal, ambos en Condiciones Estándar de Medida: 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5 y temperatura de célula 25 °C

MFV-CG-5: Deberá entregarse información técnica del fabricante que muestre como mínimo lo siguiente:

- Potencia máxima, tensión y corriente en el punto de máxima potencia, corriente de cortocircuito y tensión de circuito abierto, valores nominales a: i) Condiciones Estándar de Medida: 1 000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C y, ii) Condición Normales de Operación: 800 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura normal de operación de la celda.
- Rango de variación de potencia máxima real respecto de la potencia máxima nominal.
- Curvas de Corriente vs Tensión para 200, 400, 600, 800, y 1 000 W/m<sup>2</sup> de irradiancia solar para temperatura de célula de 25 °C.
- Dimensiones: Largo, ancho y alto.
- Peso.
- Material de la célula fotovoltaica.
- Número de células fotovoltaicas.
- Características físicas del módulo fotovoltaico: cubierta, tipo estructura, tipo de material en la parte posterior y aspectos de instalación.
- Eficiencia del módulo fotovoltaico.
- Características de la etiqueta e información que contiene.
- Características de la caja de conexiones: dimensiones, grado de protección, modo de indicación de polaridad, adosamiento, tamaño de la bornera de conexión, cantidad de diodos en su interior.
- De ser suministrado con cable instalado en fábrica, se deberá indicar las características técnicas del cable y el tipo de conector a ser utilizado para acoplamiento.

MFV-CG-6: Debe contar con etiqueta visible adherida o impresa firmemente sobre su superficie, con la siguiente información:

- Marca, modelo y número de serie.
- Nombre del fabricante y lugar de fabricación.
- Potencia máxima, tensión y corriente en el punto de máxima potencia nominal, corriente de cortocircuito y tensión de circuito abierto, todos los valores nominales indicados a Condiciones Estándar de Medida: 1 000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C.

El adquirente podrá solicitar que se incluya otra información que considere relevante.

## **2. Características físicas**

MFV-CF-1: Debe estar compuesto como mínimo por 36 células fotovoltaicas de silicio policristalino o monocristalino.

MFV-CF-2: Debe contar con una cubierta de vidrio y estar encapsulado con material Acetato de Vinil Etileno (EVA), tener una estructura rígida en marco de aluminio anodizado con orificios hechos en fábrica para su instalación.

MFV-CF-3: La caja de conexión debe estar provista con elementos de fijación de cables para que una vez instalados mantenga el grado de protección exigido.

MFV-CF-4: La caja de conexión debe estar firmemente unida a la parte posterior del módulo fotovoltaico, además deberá contar con la señalización de polaridad.

MFV-CF-5: Para módulos fotovoltaicos suministrados con cables instalados en fábrica, se deberán utilizar, cuando se requiere el acoplamiento con otros cables, conectores especiales para uso fotovoltaico que permitan una sujeción firme y hermética. Además, el cable instalado en fábrica deberá ser para uso fotovoltaico y el cable a acoplar de semejantes características.

MFV-CF-6: No debe presentar los siguientes defectos:

- Células rotas o agrietadas.
- Células desalineadas.
- Presencia de elementos extraños en las células Fotovoltaicas.
- Impurezas en el laminado.
- Burbujas en el encapsulado.
- Rotura o daño del vidrio.
- Rotura o daño de las conexiones eléctricas entre Células.
- Ilegibilidad o borrado de la etiqueta.
- Material extraño adherido a la cubierta de vidrio.
- Superficie posterior dañada.
- Caja de conexiones rota o desprendida.
- Presencia de intersticios entre el marco y la placa Fotovoltaica que dañen su estanqueidad.

## **3. Características eléctricas**

MFV-CE-1: La potencia máxima nominal del módulo fotovoltaico, debe estar indicada en Condiciones Estándar de Medida (1 000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C).

MFV-CE-2: La potencia máxima real del módulo fotovoltaico después de 25 años de operación no debe ser inferior al 80 % de su potencia máxima nominal, ambas en Condiciones Estándar de Medida (1 000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C).

MFV-CE-3: La potencia máxima real del módulo fotovoltaico, al momento de ser suministrado, no podrá ser menor al 5 % ni mayor al 10 % de su potencia máxima nominal (W<sub>p</sub>) sin considerar la tolerancia señalada por el fabricante.

MFV-CE-4: La tensión real del módulo fotovoltaico, en el punto de máxima potencia en Condiciones Estándar de Medida (1 000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C) no deberá ser menor de 17 V.

MFV-CE-5: El adquiriente podrá solicitar que el valor de la eficiencia del módulo fotovoltaico al momento de ser suministrado, sea mayor o igual a 13 % a Condiciones Estándar de Medida (1 000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C).

#### **4. Protecciones**

MFV-P-1: El grado de protección de la caja de conexiones debe ser como mínimo IP65.

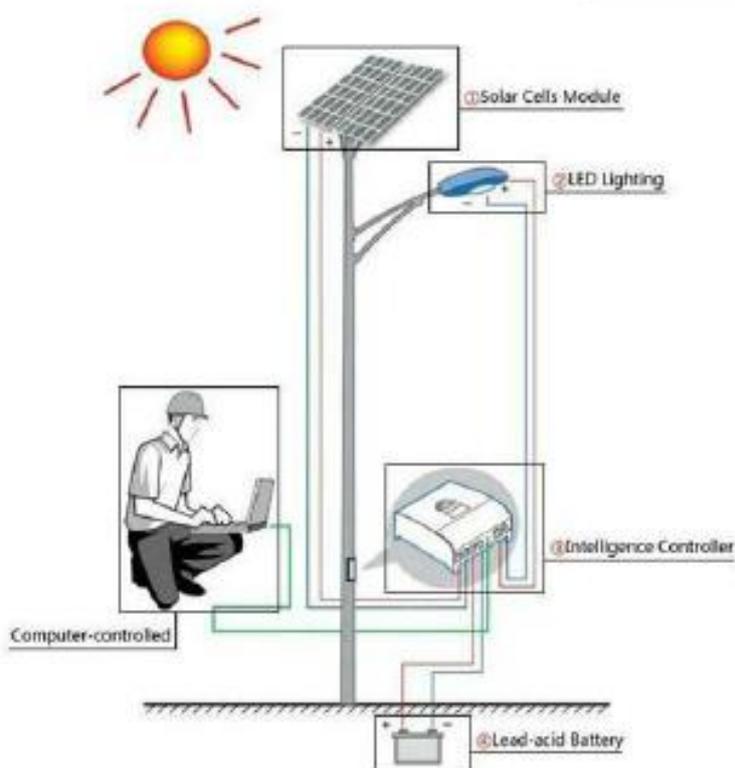
MFV-P-2: Deberá tener como mínimo, dos (02) diodos de “by pass”, los cuales deberán estar instalados al interior de su caja de conexiones.

MFV-P-3: Deberá tener señalizada la conexión de aterramiento en su marco de aluminio anodizado.

## 8.2. Anexo 02: FICHAS TÉCNICA DE LUMINARIA FOTOVOLTÁICA



### POSTE SOLAR DE LIBRE MANTENIMIENTO



Jr. Paruro 1401 Tienda 136 Corcado, Lima, Perú  
www.ompsac.com  
informos@ompsac.com

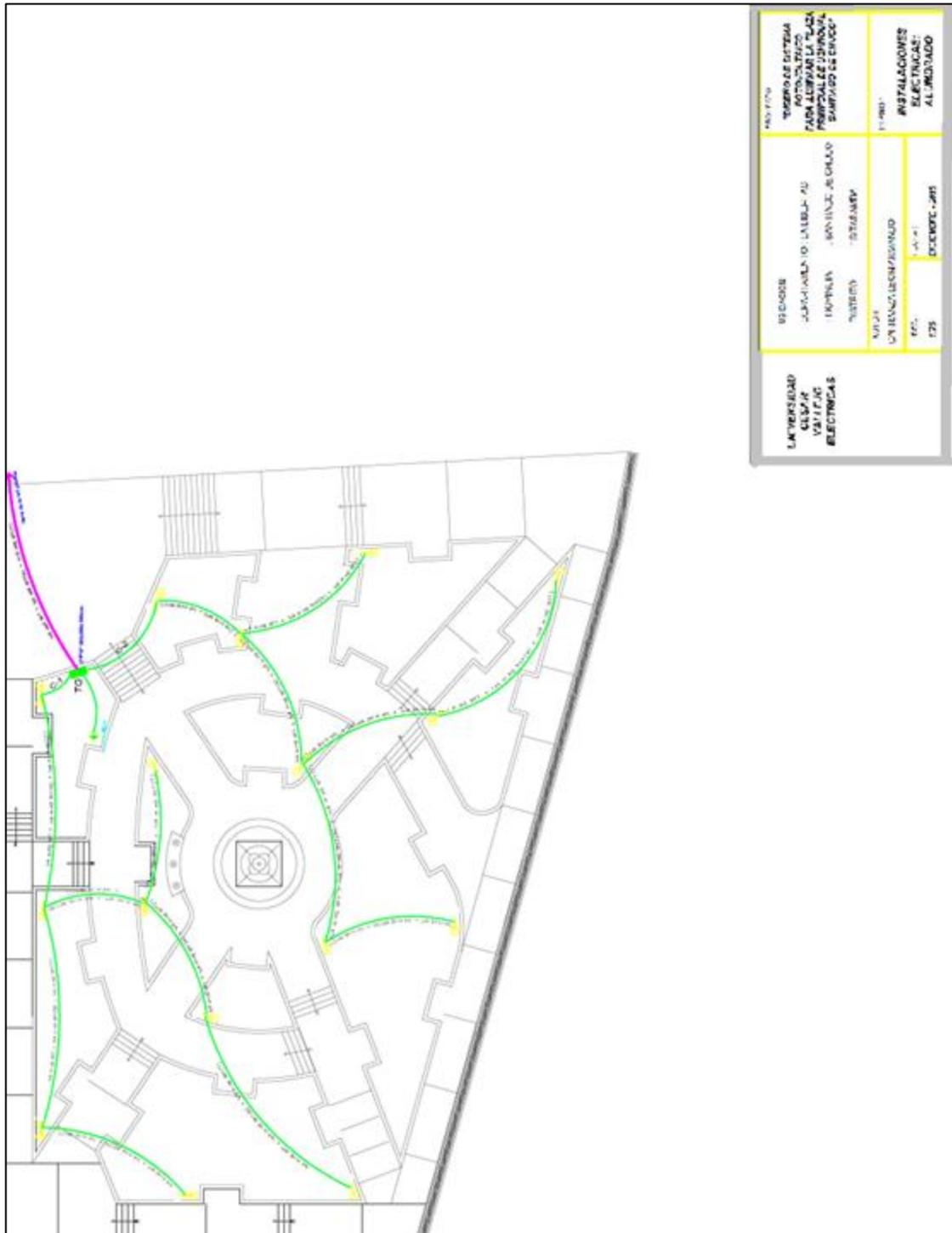
Teléfono: (511) 402-1183, 426-4061,  
Celular: 990-285228, 975-419754  
RPM: \*690690 \*690909 #958547094



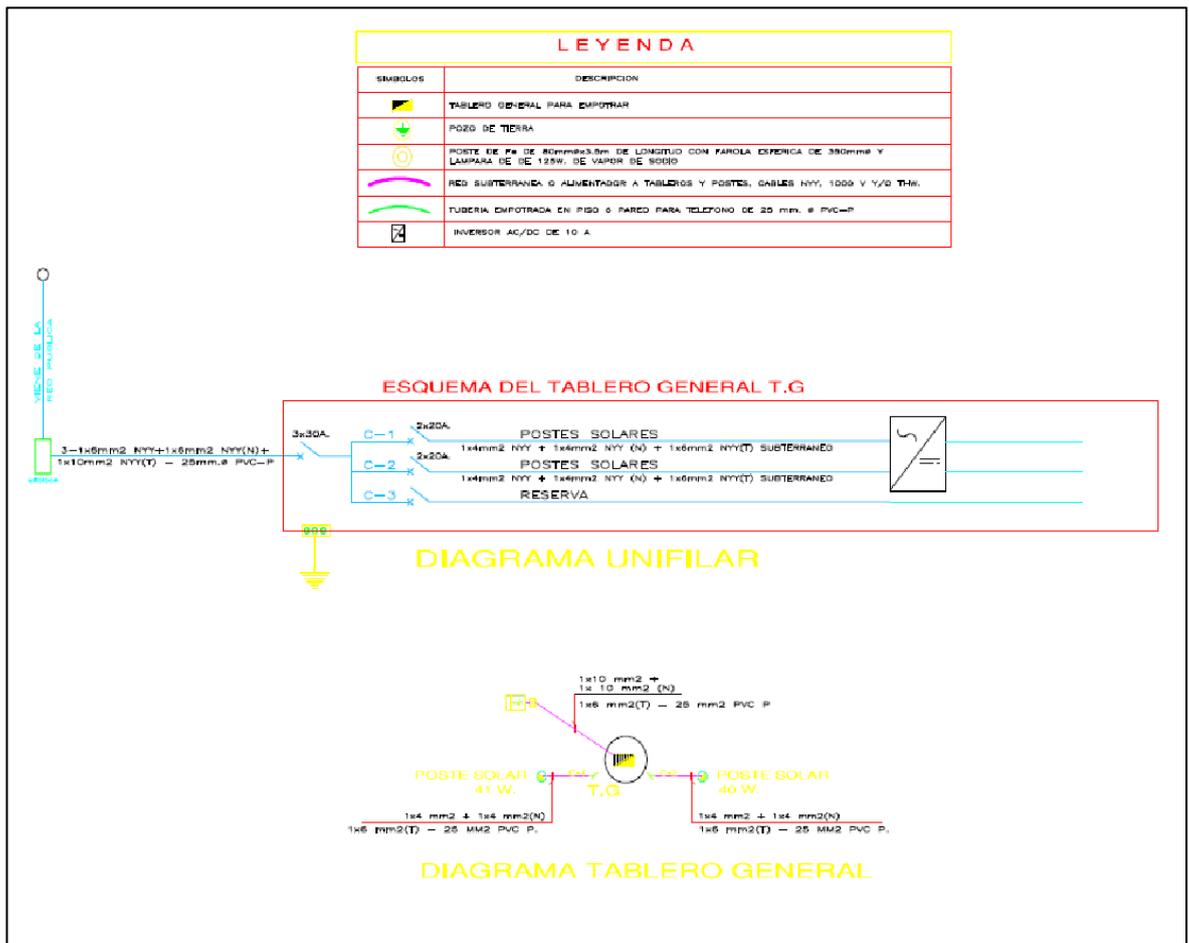
## Speticacion solar iluminación publica

Poste solar de 30w			
Nombre	Specification	cantidad	Parametro
Panel Solar	145W/12V	1 pieza	<p>Polycrystalline solar cell</p> <p>Vm: 17.5V,Im: 8.00A,Voc: 22.0V, Isc: 8.43A</p> <p>Size:1482x576x40mm, Weight:12.5KG</p> <p>Garantía: Potencia de salida de más de 90 % en 10 años y la potencia de salida de más de 80 % en 25 años.</p> <p>El producto ha pasado TUV , IEC , MCS etc certificado.</p>
LED	30W/12/24V	1 pieza	<p>LED integrado Potencia ( 30W ) , Voltaje DC12/24V , el general luminoso : 3000lm , Eficacia luminosa del LED : 100lm / W , Centro de iluminancia : 25lx , Ra &gt; 80 , temperatura de color : 5500- 6500K , Protección de grado: IP65 , Trabajar 50.000 horas a vida .</p> <p>Cortina de la lámpara es de aluminio de fundición, y su cara es resistente a UV y resistente a la corrosión.</p> <p>Escondido y apagado de inmediato</p> <p>Bajo costo de mantenimiento.</p>
Controlador	10A	1 pieza	<p>Controlador de carga programable , la identificación 12V/24VAutomatic , control de control de la luz y el tiempo, Grado de la protección IP68</p>
Batería	12V/100AH	1 pieza	<p>Gel de la batería que se dedicaba a la energía solar.</p> <p>Para la lámpara de calle de energía solar que en el sistema circulatorio simple. Y su ventaja es que : la tasa pequeña auto descarga , la descarga más profunda , Top aceptación de carga , gran capacidad, fuerte comienzo en baja, tiempo de vida 8 años a mas</p>

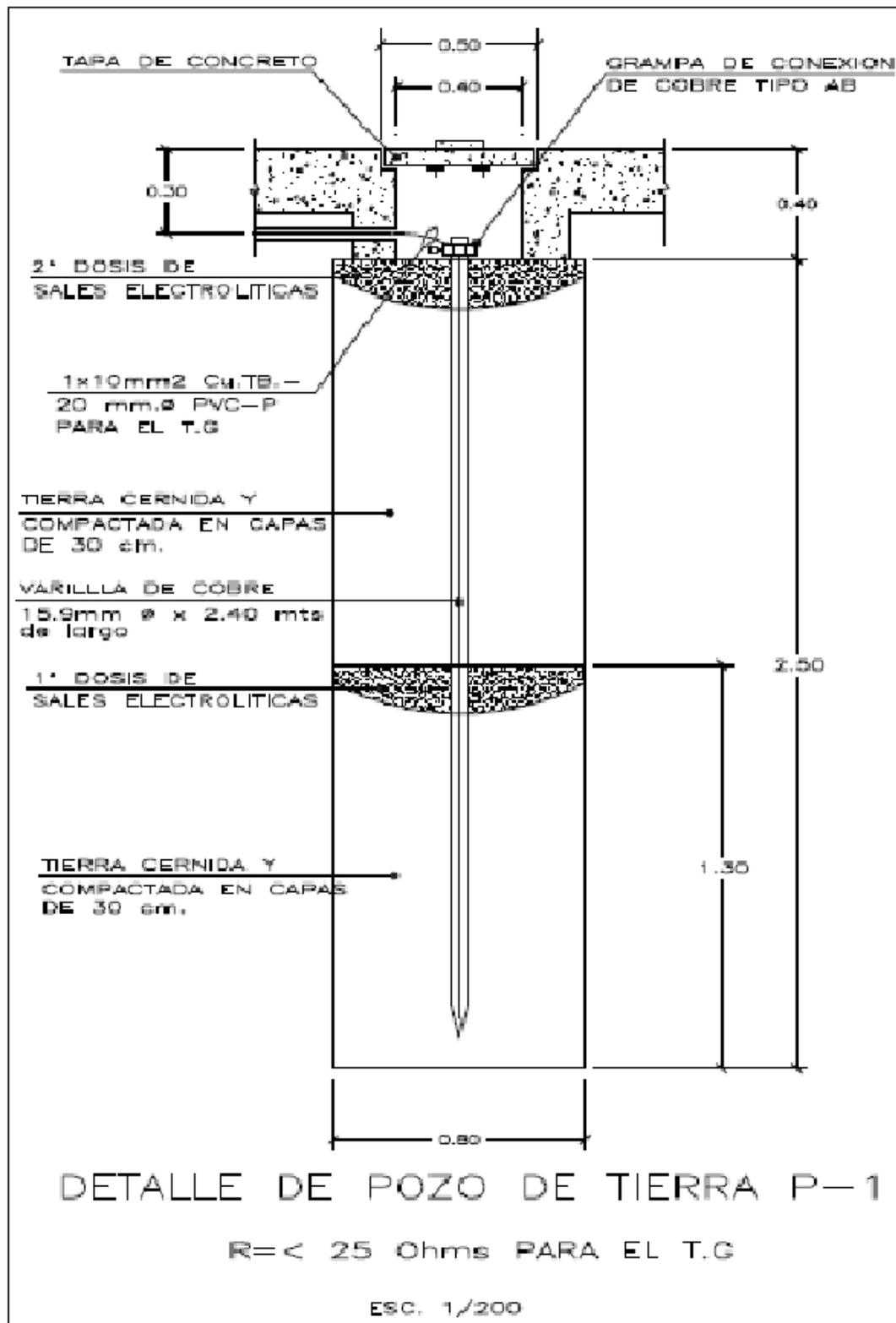
### 8.3. Anexo 3. Plano de instalaciones eléctricas



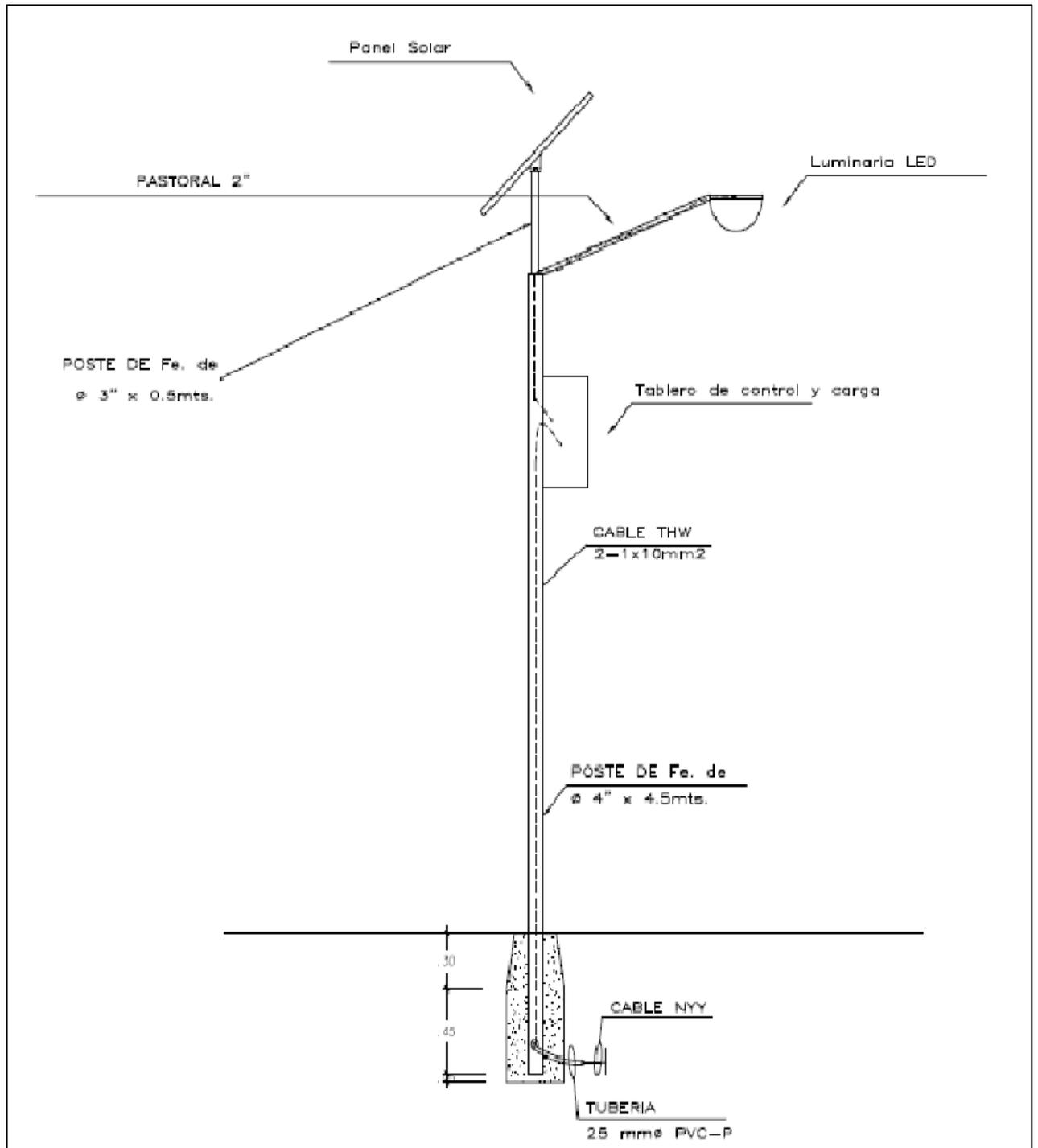
## 8.4. Anexo 4. Diagrama unifilar



7.5 Anexo 5: Puesta a tierra



## 7.6 Anexo 6: Poste solar con interconexión



Anexo 7.7. Presupuesto instalaciones eléctricas y de los componentes fotovoltaicos

RECURSO	Unidad	Cantidad	precio	Parcial
	Mano de obra			
CAPATAZ		40.5844	11	446.4284
OPERARIO		124.13	10	1241.3
OFICIAL		24.1355	9	217.2195
PEON		419.9096	6.25	2624.435
			Subtotal	<b>S/. 4,529.38</b>
	Materiales			
TIERRA CERNIDA		1.25	75	93.75
THORGEL		2	70.8	141.6
MATERIAL PROPIO DE ZARANDEO		27.8035	250	6950.875
CONECTOR TIPO AB 5/8"		1	6.35	6.35
ALAMBRE ELECTRICO NYY 10 mm2		137.38	15.5	2129.39
ALAMBRE ELECTRICO NYY 6 mm2		25.725	9.74	250.5615
ALAMBRE ELECTRICO NYY 4 mm2		137.382	6.5	892.983
CONDUCTOR COBRE DESNUDO 16 mm2		6	8.56	51.36
CONDUCTOR TW SOLIDO #10 AWG		4.725	9.74	46.0215
TABLERO METALICO		1	278.48	278.48
INTERRUPTOR UNIPOLAR DOBLE		16	10.95	175.2
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X15 A		2	29.68	59.36
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DIFERENCIAL DE 2 X 40A		2	166.78	333.56
CAJA CUADRADA GALVANIZADA PESADA 6" X 6" X 4"		16	7.5	120
CAJA GALVANIZADA OCTOGONAL LIVIANA 4"		16	3.31	52.96
CAJA OCTOGONAL PESADA DE F°G°		16	7.5	120
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		17.331	18.64	323.04984
CINTA AISLANTE		48	3.05	146.4
CINTA SEÑALADORA AMARILLA		133.4568	0.3	40.03704
PEGAMENTO PARA TUBERIAS PVC (ELECTRICAS)		0.0045	83.94	0.37773
CAJA DE CONCRETO 12"x12" C/MARCO Y TAPA		1	40.68	40.68
HORMIGON		4.9125	250	1228.125
AGUA		3.3253	5	16.6265
VARILLA DE COBRE 5/8"		1	143.98	143.98
TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4"		4.725	0.86	4.0635
TUBO PVC SAP E/C PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4" X 3M		17	3.6	61.2
TUBERIA PVC SAP PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 25 mm (3/4")		134.7	2.65	356.955
CURVA PVC SAP PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"		16	0.68	10.88

CURVA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"		2.25	0.68	1.53
CURVA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 1"		0.225	0.68	0.153
CURVA PVC SAP LUZ Ø 3/4"		16	0.68	10.88
			Subtotal	<b>S/. 14,087.39</b>
CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3		0.6545	120	78.54
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		6.9738	25	174.345
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3		0.3275	140.5	46.01375
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		2.0959	30	62.877
				<b>S/. 361.78</b>
componentes fotovoltaicos				
Paneles solares de 145w 12vdc mono cristalino SUNEARTH	Pieza	16	780	12480
Controlador de carga 10 amperios 12/24v PWM VICTRON ENERGY	Pieza	16	221	3536
Accesorios de instalación cables para conexión de panel a batería	Pieza	16	100	1600
Luminaria de LED de 30w CHIP BRIDGELUX	Pieza	16	550	8800
Batería de 100 Ah de libre mantenimiento RITARPOWER SECA	Pieza	16	550	8800
			Subtotal	<b>S/. 35,216.00</b>

Anexo 7.8. Valor neto eléctrico.

	FE (KW-h)	Pérdidas por año	FE*(1-n)
	Flujo de energía instalada	(1-n)	
1	238.160	0.99	235.7784
2	238.160	0.98	233.3968
3	238.160	0.97	231.0152
4	238.160	0.96	228.6336
5	238.160	0.95	226.252
6	238.160	0.94	223.8704
7	238.160	0.93	221.4888
8	238.160	0.92	219.1072
9	238.160	0.91	216.7256
10	238.160	0.9	214.344
11	238.160	0.89	211.9624
12	238.160	0.88	209.5808
13	238.160	0.87	207.1992
14	238.160	0.86	204.8176
15	238.160	0.85	202.436
16	238.160	0.84	200.0544
17	238.160	0.83	197.6728
18	238.160	0.82	195.2912
19	238.160	0.81	192.9096
20	238.160	0.8	190.528
21	238.160	0.8	190.528
22	238.160	0.78	185.7648
23	238.160	0.77	183.3832
24	238.160	0.76	181.0016
25	238.160	0.75	178.62
		<b>Energía total instalada</b>	<b>5182.3616</b>
		<b>Energía total demandada</b>	<b>4115.37</b>
		<b>VNE</b>	<b>1066.9916</b>

## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **De La Rosa Bocanegra Felipe Eduardo**, docente de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura** y Escuela Profesional de **Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, asesor (a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: “**Diseño de un sistema fotovoltaico eficiente para la iluminación de la plaza principal del poblado de Ushnoval – Santiago de Chuco, La Libertad 2015**” del (los) autor (autores) **Carranza León Armando Alejandro**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 18 de enero de 2023.

Apellidos y Nombres del Asesor: De La Rosa Bocanegra, Felipe Eduardo	
DNI 17824219	Firma 
ORCID 0000-0002-6183-6245	